

R1

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

BEST AVAILABLE COPY

(11)Publication number : 11-228244

(43)Date of publication of application : 24.08.1999

51)Int.Cl. C04B 35/74

21)Application number : 10-044190

(71)Applicant : NGK INSULATORS LTD

22)Date of filing : 12.02.1998

(72)Inventor : NOBORI KAZUHIRO
MATSUDA HIROTO
MORI TAKESHI

54) CERAMIC MEMBER HAVING METAL MEMBER BUILT THEREIN AND ITS PRODUCTION

57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a stable ceramic member having a metal member built therein, capable of preventing the diffusion of molybdenum element in the ceramic substrate to eliminate the change of volume resistivity, the lowering of insulation resistance, etc.

SOLUTION: This ceramic member has a metal member built therein, wherein the metal member contains at least molybdenum element. Therein, the metal member is embedded in silicone powder, and subsequently treated thermally or with a plasma produced from silane gas (SiH₄) to form a molybdenum.silicide phase for preventing the diffusion of the molybdenum element in the ceramic used as a substrate to at least the surface of the metal member.

LEGAL STATUS

Date of request for examination] 28.07.1999

Date of sending the examiner's decision of
rejection]Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

Date of final disposal for application]

Patent number] 3243214

Date of registration] 19.10.2001

Number of appeal against examiner's decision
of rejection]Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

R1

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-228244

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月24日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

C 0 4 B 35/74

C 0 4 B 35/74

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-44190

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月12日

(71) 出願人 000004064

日本碍子株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番56号

(72) 発明者 ▲昇▼ 和宏

愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番56号 日
本碍子株式会社内

(72) 発明者 松田 弘人

愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番56号 日
本碍子株式会社内

(72) 発明者 森 武

愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番56号 日
本碍子株式会社内

(74) 代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外 8 名)

(54) 【発明の名称】 金属部材内蔵セラミックス部材及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】セラミックス基材へのモリブデン元素の拡散を防止して、体積抵抗の変化や絶縁抵抗の低下などが無い、安定な金属部材内蔵のセラミックス部材を提供する。

【解決手段】少なくともモリブデン元素を含んでなる金属部材を内蔵したセラミックス部材において、前記金属部材をシリコン粉末中に埋設した熱処理、あるいはシランガス (S i H₄) を用いたプラズマ処理などにより、前記金属部材の少なくとも表面に、基材となるセラミックスへのモリブデン元素の拡散を防止するためのモリブデン・シリサイド相を形成する。

図面代用写真 (カラー)



【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくともモリブデンを含んでなる金属部材を内蔵したセラミックス部材において、前記金属部材の少なくとも表面に、基材となるセラミックスへのモリブデンの拡散を防止するためのモリブデン・シリサイド相を有することを特徴とする、金属部材内蔵セラミックス部材。

【請求項2】前記モリブデン・シリサイド相が、MoSi₂、及びMo₃Si₂の少なくとも1種から構成されていることを特徴とする、請求項1に記載の金属部材内蔵セラミックス部材。

【請求項3】前記モリブデン・シリサイド相の厚さが、5～30μmであることを特徴とする請求項1又は2に記載の金属部材内蔵セラミックス部材。

【請求項4】少なくともモリブデンを含んでなる金属部材を内蔵したセラミックス部材の製造方法において、前記金属部材の少なくとも表面に、基材となるセラミックスへのモリブデンの拡散を防止するためのモリブデン・シリサイド相を形成することを特徴とする金属部材内蔵セラミックス部材の製造方法。

【請求項5】前記モリブデン・シリサイド相が、MoSi₂、及びMo₃Si₂の少なくとも1種であることを特徴とする請求項4に記載の金属部材内蔵セラミックス部材の製造方法。

【請求項6】セラミックス部材の原料とバインダーとの混合物を噴霧造粒装置によって造粒した後、得られた造粒顆粒を一軸加圧成型することによって第1の予備成型体を製造し、少なくとも表面にモリブデン・シリサイド相を有する金属部材を前記第1の予備成型体上に設置するとともに、前記金属部材及び前記第1の予備成型体上に前記造粒顆粒を配置して、再度一軸加圧成型することにより前記金属部材内蔵のセラミックス部材成型体を製造し、この成型体を仮焼した後、ホットプレスすることを特徴とする金属部材内蔵セラミックス部材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、金属部材内蔵セラミックス部材及びその製造方法に関し、さらに詳しくは、静電チャックなどの半導体製造装置の基材として有効な金属部材内蔵セラミックス部材及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】ホットプレス法によるセラミックスの加圧成型法は、窒化シリコン、炭化シリコン、及び窒化アルミニウムなどの各種のセラミックスの焼結のために使用されている。

【0003】従来、例えば、静電チャック電極などの金属電極が埋設されたセラミックス部材は以下のようにして製造していた。すなわち、セラミックス基材として、

急激な温度変化によって破壊しないような耐熱衝撃性を備えた、緻密質の窒化アルミニウムなどのセラミック粉末を用い、これを最初に予備成型する。

【0004】次に、この予備成型体を一軸加圧成型法によって製造するとともに、この予備成型体の内部に予めモリブデンなどの金属を埋設しておく。その後、この予備成型体を、金属電極に対して実質的に垂直な方向に圧力が加わるようにホットプレスし、さらに、この焼結体に研磨加工などを施すことにより、最終的に金属電極が埋設されたセラミックス部材を得ていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の従来法では、前記セラミックス粉末は、SD顆粒でないため、タップ密度が低く、成形時の粉体の流動性及び脱気性が悪いため、セラミックス部材の表面とセラミックス部材内部の金属電極との間隔を一定に形成することがむずかしく、この間隔にはかなりのバラツキが存在していた。

【0006】そのため、静電チャックなどの場合は、吸着面上の半導体ウェハーの吸着力にバラツキ生じるといふ問題が生じ、セラミックスヒータなどの場合は、ヒータの表面温度にバラツキが生じるといふ問題があった。

【0007】さらには、ホットプレスで加圧焼成時に成型体よりガスが発生し、セラミックス部材内に閉気孔が生じることがある。これを研磨加工する際に、小穴の原因となったりする。更には、最終加工としてのラップ、CMP等の加工が不十分となり、半導体装置中でパーティクルが発生して半導体ウェハーを汚染させてしまったり、後工程で電極端子隔離のためのシース接合時に、この閉気孔中のガスが熱膨張することによって、セラミック部材中にふくれ、ハクリ、貝がら状クラックを発生させるという問題もあった。

【0008】かかる問題に鑑みて、本発明者らは、このような金属電極などの金属部材が内蔵されているセラミックス部材を製造するに際して、以下のような製造方法の開発を検討している。

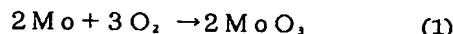
【0009】すなわち、セラミックス部材の原料とバインダーとの混合物を噴霧造粒装置によって造粒し、得られた造粒顆粒を一軸加圧成型法により圧縮成型して予備成型体を製造した後、この予備成型体の内部にモリブデンなどの金属電極を配置し、さらに、この上に造粒顆粒を充填して再度一軸加圧成型法によって圧縮成型して金属電極が埋設された成型体を製造する。

【0010】その後、この成型体をホットプレスして焼結体を得、さらに、表面研磨を施して最終的な金属部材内蔵のセラミックス部材を得るものである。しかしながら、このような製造方法によって、例えば、静電チャックなどの金属部材内蔵のセラミックス部材を製造すると、体積抵抗の変化や変色、フッ素系ガス腐食、コンタミ、パーティクル及び外観不良が発生するという問題が

あった。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記課題を解決すべく鋭意検討した結果、上記の体積抵抗の変化及び絶縁抵抗の低下などは、上記仮焼中及びホットプレス時に金属部材中のモリブデン元素がセラミックス基材中のバインダーあるいはセラミックスの酸素と反応して、下記(1)式に示すように、酸化物を形成して拡散することに起因することを見出し、本発明をするに至った。



すなわち、少なくともモリブデンを含んでなる金属部材を内蔵したセラミックス部材において、前記金属部材の少なくとも表面に、基材となるセラミックスへのモリブデンの拡散を防止するためのモリブデン・シリサイド相を有することを特徴とする金属部材内蔵セラミックス部材、及びその製造方法である。

【0012】本発明の金属部材内蔵セラミックス部材及びその製造方法によれば、金属部材の少なくとも表面にモリブデン・シリサイド相が形成される。この相は金属部材中のモリブデンがセラミックス基材中に拡散するのを防止する作用を有するため、セラミックス基材中において前記のような酸化物を形成することがなくなる。したがって、上記のような体積抵抗の変化などの現象を著しく低減することができる。尚、本発明で上記金属部材中のモリブデンとは、必ずしも、モリブデン元素単独のみを指示するものではなく、モリブデン酸化物などの状態で存在するモリブデンをも含むものである。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態に基づいて詳細に説明する。本発明で使用するることのできる金属部材は、セラミックスとのホットプレス一体焼成を行なうという観点から、平面上の金属バルク材であることが好ましい。具体的には、平板状の金属バルク材、エッチングメタル及びバンチングメタルなどの平板状の金属バルク材の中に多数の小空間が形成されているもの、並びに多数の小孔を有する板状体からなる金属バルク材や、網状の金属バルク材などを例示することができる。

【0014】さらにセラミックスとホットプレス一体焼成でき、高融点で熱膨張がセラミックスと近いという理由から、モリブデンが好ましい。モリブデン以外の金属としては、セラミックスの焼成温度で安定な高融点金属、例えば、タンタル(Ta)、タングステン(W)、白金(Pt)、レニウム(Re)、ハフニウム(Hf)、及びこれらの合金などを使用することができる。

【0015】本発明においては、金属部材の少なくとも一部を構成するモリブデンが、セラミック基材への拡散を防止するのを防ぐために、金属部材の少なくとも表面においてモリブデン・シリサイド相が形成されていることが必要である。このモリブデン・シリサイド相は、高

温においても分解や相変化などを起こすことがなく非常に安定であるため、拡散防止層として優れた効果を有する。

【0016】モリブデン・シリサイド相としては、高温安定性の観点から、 MoSi_2 、及び Mo_5Si_3 が好ましい。

【0017】モリブデン・シリサイド相は、例えば、特開平8-209327号公報に記載されているような熱処理法を用いて形成することができる。すなわち、CrSi合金粉末に、Si量が20重量%になるように、NH、Cl、Al、O₂粉末中に、少なくともモリブデンを含んでなる金属部材を、好ましくはメッシュ状の形態で埋設させ、真空チャンバー内に設置して、真空度10⁻³torr台まで排気した後、水素ガス(H₂)、水素及び窒素の混合ガス(H₂-N₂)、あるいは水素及びヘリウムの混合ガス(H₂-He)などでチャンバー内を置換する。

【0018】その後、1100~1200℃で、5~10時間加熱することにより金属部材の少なくとも表面にモリブデン・シリサイド相を形成することができる。

尚、特公昭63-51356号及び特開平8-209327号公報は、酸化防止層を形成するためのものであり、モリブデンのセラミックス基材への拡散を防止するための、モリブデン・シリサイド相を形成する本発明とは技術的思想において全く異なるものである。

【0019】さらには、SiH₄、プラズマ熱CVDなどによってモリブデン・シリサイド相を形成することもできる。

【0020】このようにして形成されるモリブデン・シリサイド相は、前述のように金属部材の少なくとも表面において形成されていることが必要であり、金属部材全部がモリブデン・シリサイド相で構成されていても良い。

【0021】また、モリブデンのセラミックス基材中への拡散を有効に阻止するためには、モリブデン・シリサイド相の厚さは、5~30μmであることが好ましく、さらには熱膨張抑制の効果を考慮すると、5~20μmであることが好ましい。

【0022】金属部材内蔵セラミックス部材は、以上のようにして得られた金属部材を用い、好ましくは以下のようにして製造する。セラミックス部材の原料とバインダーとを、予めトロンメルなどの方法によって混合し、得られた混合物を噴霧造粒装置によって造粒する。

【0023】次に、得られた造粒顆粒を図1(a)に示すように型1、下パンチ2、及び上パンチ3の中に充填し、一軸加圧成型することにより第1の予備成型体4を得る。

【0024】次に、図1(b)に示すように、この第1の予備成型体4の表面上に、少なくとも表面にモリブデン・シリサイド相を有する金属部材5を設置し、さらに

この上に前記の造粒顆粒6を充填する。

【0025】その後、図1(c)に示すように、再度一軸加圧成型することにより、第1の予備成型体4及び金属部材5の上に、第2の予備成型体7を新たに形成して、第1の予備成型体、金属部材、及び第2の予備成型体からなる金属部材内蔵のセラミックス部材成型体を製造する。

【0026】本発明で使用する造粒顆粒には、予めバインダーが含有されているために流動性は極めて高く、均一な予備成型体を容易に製造することができる。

【0027】また、この第1及び第2の予備成型体4、7は、バインダーを0.4～5重量%含有していることが好ましく、さらには1～3重量%含有していることが好ましい。バインダーの含有量が0.4重量%未満であると、造粒顆粒の流動性が十分ではなくなり、予備成型体の厚さが不均一になるとともに、成型密度も不均一になりやすい。したがって、後に金属部材を埋設した際に予備成型体にクラックやラミネーションなどが入りやすくなる。

【0028】一方、バインダーの量が5重量%を超えると、仮焼及びホットプレス時にバインダーが焼失にくくなる。このため、後に予備成型体中に金属部材を埋設した際に、金属部材が極度の炭化、酸化を受けて脆弱になったり、モリブデンの拡散が生じたり、しいては、閉気孔あるいは小孔も生じやすくなる。

【0029】本発明のセラミック部材の原料としては、窒化アルミニウム(AlN_x)、窒化シリコン(SiN_x)、炭化シリコン(SiC_x)、窒化ホウ素(BN_x)、及びアルミナ(AlO_x)などを例示することができる。

【0030】また、本発明で使用するこのできるバインダーは、アクリル系バインダー及びブチラール系バインダーなどの熱可塑性樹脂、あるいはフェノールなどの熱硬化性樹脂を使用することができるが、後の仮焼及びホットプレス時において熱架橋せず、初期の比較的低温の段階で容易に焼失させることができるという理由から、アクリル系バインダー及びブチラール系バインダーなどの熱可塑性樹脂を用いることが好ましい。さらに、半導体用途として使用する場合、ナトリウム(Na)、カリウム(K)などのアルカリ金属を含まないバインダーが好ましい。

【0031】以上によって得られた金属部材内蔵セラミックス部材を仮焼炉中に設置し、大気中、又は酸素及び窒素の混合ガス雰囲気中で、好ましくは、300～600℃の温度において、10～20時間バインダー仮焼を行う。

【0032】次に、得られた仮焼体を、温度1700～2000℃の温度で、2～8時間、100～200kg/cm²の圧力を加えてホットプレスを行う。ホットプレス後の焼結体の表面を研磨仕上げして、最終的な形態

としての金属部材内蔵セラミックス部材を得る。

【0033】以上のような金属部材内蔵セラミックス部材は、金属部材並びにセラミックス部材の形状、材質及び構成などを変化させることにより、静電チャック、セラミック・ヒータ、高周波発生用電極などの能動型装置に使用することができるが、セラミックス基材へのモリブデン拡散が特性劣化に最も影響を及ぼす、静電チャックにおいて最も著しい効果を示す。

【0034】

10 【実施例】以下、実施例に則して本発明をさらに詳細に説明する。

実施例

金属部材として、図2に示すような細径0.12mm、外径200mm、及び50メッシュのモリブデン製の網状電極を用い、これをSi量が20重量%になるように、CrSi合金粉末に、Al₂O₃粉末、NH₄Cl粉末を混合してなる粉末中に埋設させ、真空チャンバー内に設置した。真空度10⁻³torr台まで排気した後、水素ガスでチャンバー内を置換し、1100℃で、10時間加熱した。加熱処理後のモリブデン製の網状電極をX線回折法(XRD)によって調べると、その表面には、MoSi₂及びMo₃Si₂からなるモリブデン・シリサイド相が形成されていることが判明し、さらに、走査型電子顕微鏡(SEM)によって調べたところ、このモリブデン・シリサイド相の厚さは、約20μmであった。

【0035】次に、セラミックス基材として、窒化アルミニウム粉末(平均粒径70μm)を用い、これにアクリル系樹脂バインダー(n-ブチルメタクリレート)を1重量%添加して、トロンメルによりこれらの混合物を製造した。続いて、この混合物を噴霧造粒装置(スプレードライヤー)によって造粒した。これらの造粒顆粒及びモリブデン製の網状電極を、先に示した図1のようにして成型し、直径215mm、厚さ30mmの成型体を得た。

【0036】また、第1の予備成型体の厚さt₁と第2の予備成型体の厚さt₂との比は、1:4とし、さらに、第1及び第2の予備成型体の成型密度は1.6g/cm³とた。これを仮焼炉中に入れ、大気中に置換した後、450℃で20時間加熱処理し、仮焼を実施した。温度が20℃になったところで炉から取り出し、この仮焼体を温度1900℃で8時間で、200kg/cm²の圧力を加えてホットプレスを実施した。

【0037】得られた焼結体に対して研磨処理を施し、最終的な形態のモリブデン製の網状電極が内蔵されたセラミックス部材を得た。同様に、上記加熱温度及び加熱時間を表1に示すように変化させて、モリブデンシリサイド層の厚みを2～30μmの範囲で変化させ、さらに、上記同様に、造粒及びホットプレスを実施して、モリブデン製の網状電極が内蔵されたセラミックス部材を得た。

【0038】

* * 【表1】

温度 (℃)	時間 (h)	モリブデンシリサイド 層厚み (μm)	色 調	小穴	体積抵抗 (Ω)	CIF ₃ 試験
1050	0.1	2	白色	無	1.00×10^{10}	腐食無
1100	1	5	白色	無	2.00×10^{10}	腐食無
1100	6	15	白色	無	1.80×10^{10}	腐食無
1100	10	20	白色	無	9.50×10^9	腐食無
1200	30	30	一部ねずみ色	無	8.00×10^9	腐食無
未処理	—	—	黒色化	多数	1×10^8 以下	孔蝕

【0039】ここで、表1に示す色調は、焼成後メッシュ面側をダイヤモンド砥粒にて#400研磨後、メッシュ面厚みを 0.4 ± 0.1 mmとし、目視にて確認した。小穴は、色調検査後、ダイヤモンド砥粒でラップし、コロイダルSiO₂でポリッシュ仕上げ加工を実施した後、目視で確認した。体積抵抗は、メッシュ反対面からφ5 mmの孔をメッシュ面まであけ、水中法にて測定した。CIF₃ガスによる腐食性は、上記試料を $10 \times 10 \times 3$ tmmに切り出して、100%濃度、圧力200 torr、温度400℃のCIF₃ガスに1時間暴露して実施した。

【0040】表1から明らかなように、モリブデンシリサイド層の厚さが、30 μmの場合において、色調に若干の劣化が見られるが、本発明にしたがって、金属部材の少なくとも表面に、モリブデンシリサイドに層を形成することにより、良好な外観特性を示すとともに、フッ素系ガスによる腐食もなく、さらには、体積抵抗もほぼ一定であることが分かる。

【0041】前記セラミックス部材からモリブデン製の網状電極が埋設された部分を切出し、断面観察した。モリブデン・シリサイド相の厚さが20 μmのセラミックス部材の断面におけるEPMAによる、モリブデン、酸素、アルミニウム、及び窒素の組成マップを図3～6に示す。尚、これらの図において、マップが赤くなるほど対象となる物質の濃度が高いことを示し、逆に、マップが青く、暗色になるほど物質の濃度が低くなっていることを示している。

【0042】比較例

モリブデン製の網状電極の表面に、モリブデン・シリサイド相を形成しなかった以外は実施例と同様にして、モリブデン製の網状電極が内蔵されたセラミックス部材を製造した。このセラミックス部材の断面におけるEPMAによる、モリブデン、酸素、アルミニウム、及び窒素の組成マップを図7～10に示す。実施例の場合と同様に、マップの赤い部分は対象となる物質の濃度が高くなっている部分を示し、逆、青く、暗色になっている部分は物質の濃度が低くなっていることを示している。

【0043】実施例及び比較例のEPMAによる組成マ

ップから明らかなように、金属部材であるモリブデン製の網状電極の表面に、モリブデン・シリサイド相を形成しなかった比較例においては、図7に示すように、モリブデン製の網状電極の外側までモリブデンが延在しており、さらに、図8に示すように、このモリブデンの延在する領域に比例して酸素が存在することが分かる。

【0044】したがって、このモリブデンと酸素がバインダ中の酸素、及びセラミックス中の酸素と化学結合し、モリブデン酸化物を形成していることが分かる。このことは、図9及び図10におけるアルミニウム及び窒素の組成マップからも明らかである。すなわち、モリブデンが電極の外側に延在している領域のアルミニウム及び窒素の濃度が減少しているが、これは明らかにセラミックス基材である窒化アルミニウムの減少を表すものである。つまり、モリブデン酸化物が窒化アルミニウム中に拡散して、その組成濃度を減少させていることが容易に判断される。

【0045】一方、モリブデン製の網状電極表面に、モリブデン・シリサイド相を形成した本発明の実施例においては、図3に示すように、モリブデン製の網状電極の外側にモリブデンが延在する様子は見られない。さらに、図4に示すように、酸素も窒化アルミニウム結晶の3重点にほぼ全体に亘って均一に分散しており、モリブデンと酸素とが結合して酸化物を形成している様子は見られない。

【0046】同様に、電極周辺のアルミニウム及び窒素の濃度分布もほぼ均一であり、比較例のように、セラミックス基材である窒化アルミニウムの減少も見られない。したがって、本発明によれば、セラミックス基材中にモリブデンが拡散して酸化物を形成することがないため、このようなセラミックス部材を静電チャックやヒーターなどに用いた場合においても、体積抵抗の変化、変色、フッ素系ガス腐食、コンタミ、パーティクルなどが発生することがない。

【0047】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の金属部材内蔵のセラミックス部材及び製造方法は、少なくともモリブデンを含有する金属部材の少なくとも表面に、モリブ

デン・シリサイド相を形成するため、この金属部材を用いてセラミックス部材を形成した際に、モリブデンのセラミックス基材中への拡散を有効に防止することができる。

【0048】したがって、この金属部材内蔵のセラミックス部材で静電チャックなどの能動型装置を形成した場合にも、体積抵抗の変化や変色、フッ素系ガス腐食、コンタミ、パーティクル及び外観不良の生じない装置を得ることができる。さらに、本発明の金属部材内蔵のセラミックス部材は、従来とは異なり、セラミック基材に対して予めバインダーを混合した混合物から造粒顆粒を製造し、さらに、ホットプレスを実施する以前に仮焼するという新しい製造方法を用いることができるため、セラミックス部材の表面とセラミックス部材内部の金属部材との間隔を一定に形成することができる。

【0049】また、ホットプレス焼結後にセラミックス部材内に空孔が生じたり、これを研磨加工する際に、パーティクルが発生して表面を損傷させてしまったり、この空孔が熱膨張することによって、セラミック部材中に微細なクラックを発生させたりという問題も解消することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の成型過程を示す断面図である。

【図2】本発明の実施例におけるモリブデン製の網状電極を示す図である。

【図3】本発明の実施例における、金属部材内蔵のセラミックス部材断面のEPMAによるモリブデンの組成マップである。

＊アップである。

【図4】本発明の実施例における、金属部材内蔵のセラミックス部材断面のEPMAによる酸素の組成マップである。

【図5】本発明の実施例における、金属部材内蔵のセラミックス部材断面のEPMAによるアルミニウムの組成マップである。

【図6】本発明の実施例における、金属部材内蔵のセラミックス部材断面のEPMAによる窒素の組成マップである。

【図7】本発明の比較例における、金属部材内蔵のセラミックス部材断面のEPMAによるモリブデンの組成マップである。

【図8】本発明の比較例における、金属部材内蔵のセラミックス部材断面のEPMAによる酸素の組成マップである。

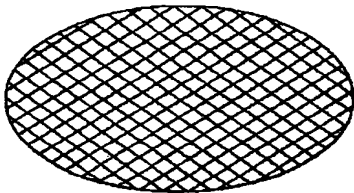
【図9】本発明の比較例における、金属部材内蔵のセラミックス部材断面のEPMAによるアルミニウムの組成マップである。

【図10】本発明の比較例における、金属部材内蔵のセラミックス部材断面のEPMAによる窒素の組成マップである。

【符号の説明】

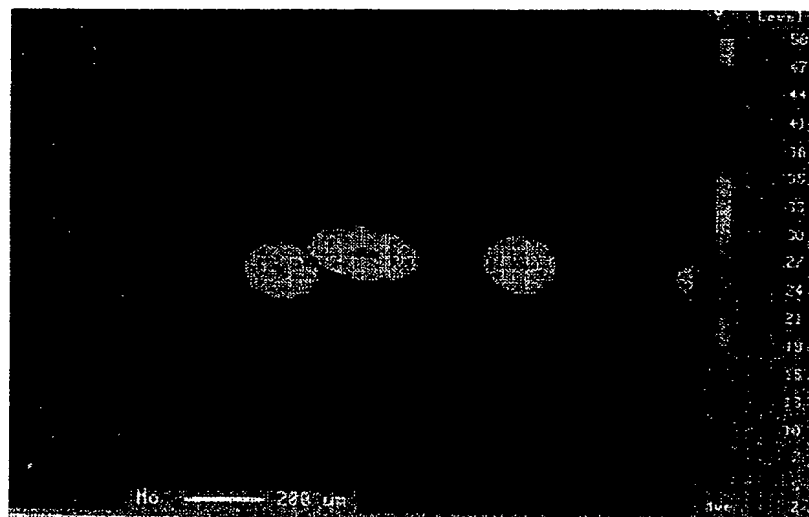
1 型 2 下バンチ 3 上バンチ 4 第1の予備成型体 5 金属部材 6 造粒顆粒 7 第2の予備成型体 A、A' モリブデン製の網状電極断面

【図2】

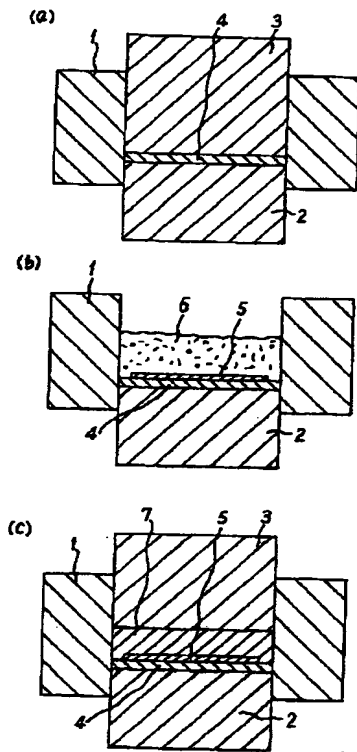


【図3】

図面代用写真(カラー)

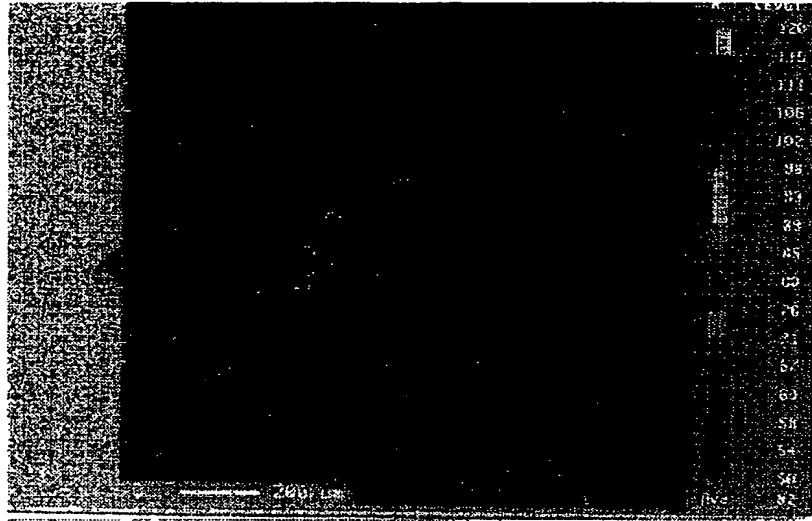


【図1】



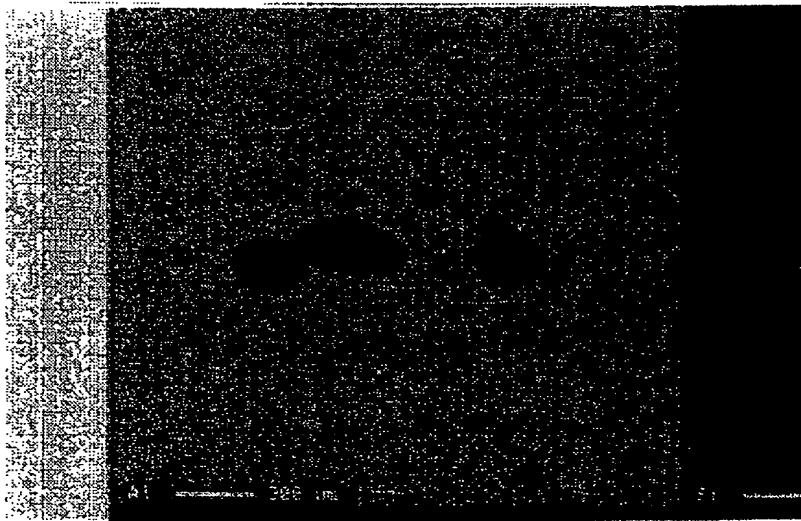
【図4】

図面代用写真(カラー)



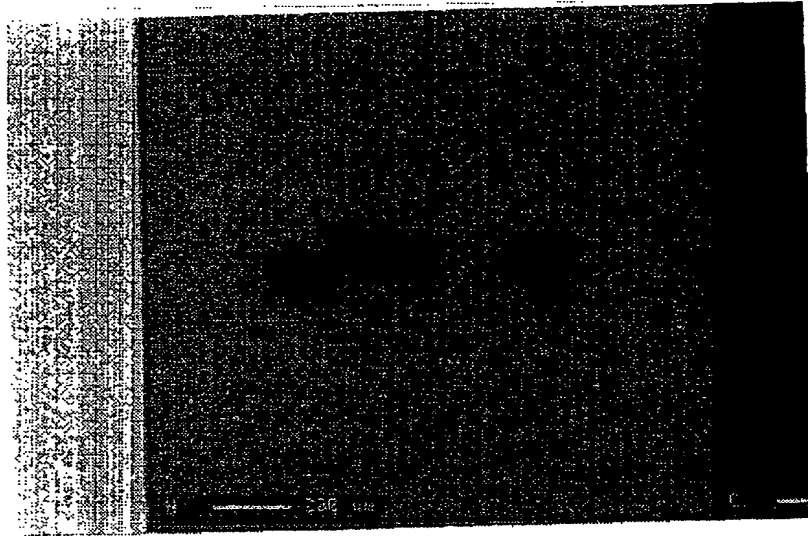
【図5】

図面代用写真(カラー)



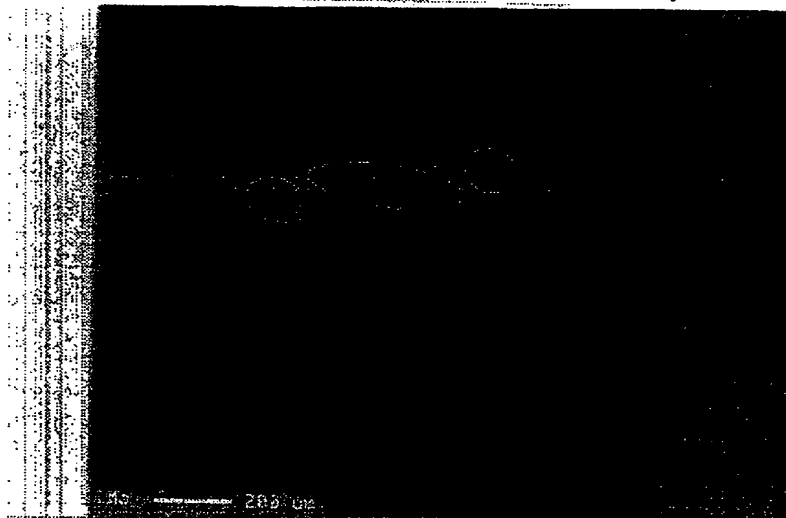
【図6】

図面代用写真(カラー)



【図7】

図面代用写真(カラー)



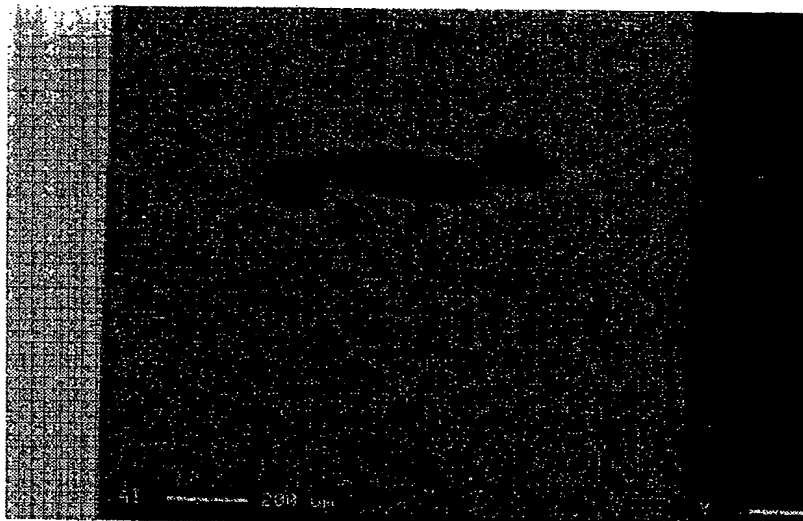
【図8】

図面代用写真(カラー)



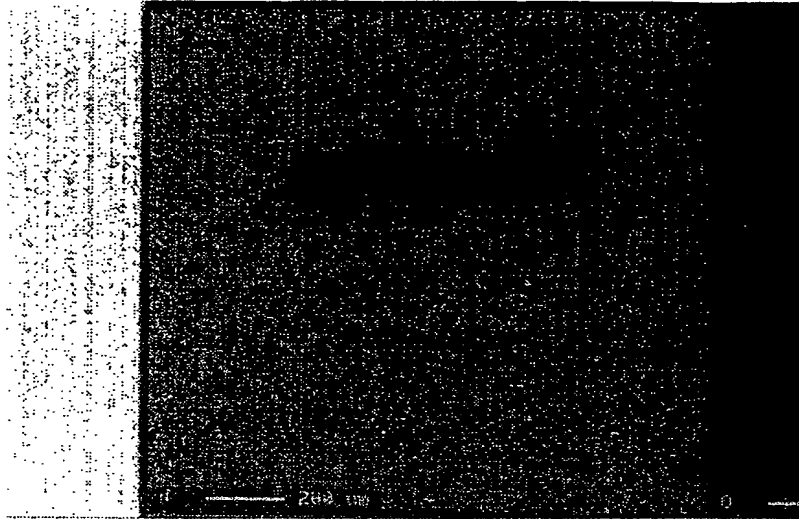
【図9】

図面代用写真(カラー)



【図10】

図面代用写真(カラー)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.